

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ

Шевченко Т.В., Новикова Я.А., Санников Ю.Н., Бердова К.А.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности
(университет)», Кемерово, e-mail: ecolog.novikova@mail.ru

Доказана необходимость проведения рекультивационных работ в угледобывающей промышленности. Установлена недостаточная эффективность их проведения в промышленных условиях. Цель работы – нахождение доступных, экономичных и совершенных приемов работ по восстановлению разрушенных земель с использованием окисленных углей, которые являются отходом угледобывающей промышленности. Представлены результаты лабораторных микробиологических экспериментов с участием простейших микроорганизмов – дрожжей вида *Sacharomycescerevisie*, которые доказали наличие высоких биокаталитических свойств у окисленного угля и продуктов на их основе. Это указывает на стимулирующее действие компонентов угля при биохимических процессах. Дополнительные модельные опыты по выращиванию газонной травы мятлик луговой на почве с добавками окисленного угля доказали эффективность его использования при рекультивации земель, нарушенных открытой добычей угля.

Ключевые слова: добыча угля, окисленный уголь, рекультивация, биохимические реакции, гуминовые кислоты

LAND RECLAMATION WITH THE USE OF OXIDIZED COAL

Shevchenko T.V., Novikova Y.A., Sannikov Y.N., Berdova K.A.

*Kemerovo technological institute of food industry (University),
Kemerovo, e-mail: ecolog.novikova@mail.ru*

The proven need for revegetation works in the coal mining industry. The insufficient efficiency had been determined, in an industrial environment. Main target of research is to finding accessible, economical and advanced techniques of restoration degraded lands using of oxidized coal, which are wastes products of the coal industry. The results of the laboratory microbiological experiments, involving protozoa microorganisms such as drogaria *Sacharomycescerevisie*, which proved the existence of high biocatalytic properties of oxidized coal and products based on it. This indicates that the stimulatory effect of the components of coal through biochemical processes. Additional model experiments on the growing grass «Kentucky bluegrass» in the soil with additives oxidized coal proved the efficiency of its use in reclamation of lands disturbed open coal mining.

Keywords: coal production, oxidized coal, revegetation, biochemical reactions, humic acid

При добыче угля открытым способом необходимой заключительной стадией общего технологического процесса является рекультивация нарушенных земель. Рекультивация (лат. *re* – приставка, обозначающая возобновление или повторность действия; *cultivo* – обрабатываю, возделываю) – комплекс мер по экологическому и экономическому восстановлению земель, плодородие которых в результате человеческой деятельности существенно снизилось. Целью проведения рекультивации является улучшение условий окружающей среды, восстановление продуктивности земель, нарушенных за счет интенсивной хозяйственной деятельности. Несмотря на разработку значительного количества интенсифицирующих приемов этого процесса, рекультивация является несовершенной, затратной и трудоемкой стадией угледобывающей промышленности. По существующей технологии рекультивационные работы состоят из двух основных этапов (технический и биологический) [1].

На *техническом этапе* проводится корректировка ландшафта (засыпка рвов, траншей, ям, впадин, провалов грунта, разравнивание и террасирование промышленных терриконов), создаются гидротехнические и мелиоративные сооружения, осуществляется захоронение токсичных отходов. На *биологическом этапе* (длительный, трудоемкий и затратный процесс) проводятся агротехнические работы, основной целью которых является улучшение свойств почвы за счет отсыпки плодородной земли, внесения удобрений, посева трав (представители семейства бобовых), способных фиксировать атмосферный азот. К ним относятся: клевер красный (не требователен к почвам, является хорошим накопителем растворимых азотных удобрений при содействии клубеньковых бактерий); многолетние злаки: тимофеевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой (рыхлокустовые растения с неглубокой корневой системой) и др. Решение проблемы усовершенствования и разработки

эффективной технологии рекультивации нарушенных земель в настоящее время является чрезвычайно актуальной технологической и экологической задачей [3].

Целью представленной работы являлось нахождение доступных, экономичных и совершенных приемов работ при рекультивации, основанных на широком использовании окисленных углей – крупнотоннажных отходов самих угледобывающих предприятий.

Для оценки возможности использования окисленных углей в качестве эффективной добавки в почвы при рекультивации необходимы способы оценки биологической активности окисленных углей (особенности влияния на микроорганизмы почвы). Известно, что почва на рекультивируемых участках земель, нарушенных угледобычей, не имеет плодородия, которое предполагает наличие достаточного количества влаги, содержание необходимого количества питательных веществ и благоприятные окислительно-восстановительные условия для протекания различных химических процессов. Кроме того, плодородная почва должна иметь определенные благоприятные свойства для развития микробиологических систем (широкое многообразие микроорганизмов), которые за счет выделяемых ими ферментов активно участвуют в биохимических процессах в произрастающих растениях. Использование при рекультивации биотехнологических приемов в настоящее время является перспективным направлением, т.к. биотехнология в целом относится к одному из трех наиболее востребованных научных областей знаний (совместно с нанотехнологией и электроникой), определяющих в широких масштабах развитие мировой экономики в 21 веке.

Объекты, способы воздействия на них, методы исследований

В качестве главных объектов исследований использованы окисленные длиннопламенные каменные угли Караканского месторождения Кемеровской области, которые образуются на поверхности угольных пластов при интенсивном воздействии грунтовых и поверхностных вод в присутствии кислорода воздуха. Толщина слоя окисленных углей колеблется от нескольких до десятков метров (в зависимости от климатических условий, рельефа и степени углефикации угольного материала).

Степень выветренности и окисления углей в промышленности оценивается химическими и петрографическими методами согласно ГОСТ 8930-79. Химический метод анализа основан на сжигании на-

вески угля с одновременным определением теплоты сгорания и оценки количества выделившегося углекислого газа. Петрографический метод позволяет на основе фотографий поверхности шлифов оценить количество трещин, пустот и площадь выветренных участков. Окисленные угли в своем составе имеют определенное количество гуминовых кислот (ГК), являющиеся основой чернозема [4, 5]. В природных условиях кроме процесса окисления угля они образуются на стадии разложения различных органических продуктов (остатки растений, животных, деревьев, угля и др.). ГК обладают важными физиологическими функциями – увеличивают рост корней и надземной части растений. Активность ГК определяется содержанием в их полимерных молекулах сегментов полифенолов и хинонов, которые катализируют работу ферментов (альдолаза, сахараза), разлагающих углеводные остатки растительности, повышают поступление фосфора в растения, интенсифицируют в них общий обмен веществ. ГК – это соединения – посредники между живым и минеральным миром. Кроме того, темная окраска ГК – регулятор теплового режима почвы. Исследования состояли из двух стадий: биохимической и агрономической.

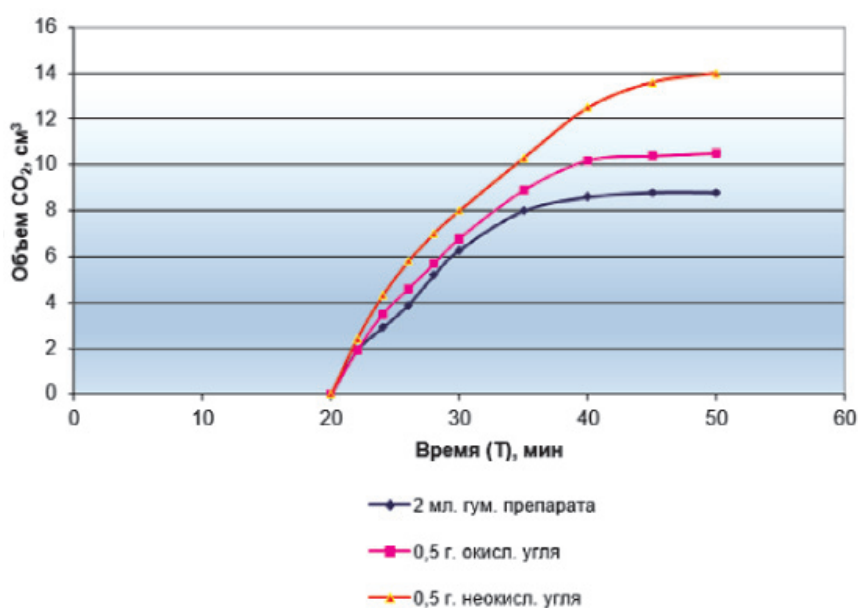
Биологическая стадия. Для биологической стадии в качестве сравнительных объектов исследований выбраны три вида углесодержащих продуктов на основе одного вида каменного угля: уголь каменный длиннопламенный неокисленный (НОКУ), уголь каменный длиннопламенный окисленный (ОКУ), препарат Биогул (БГ), полученный из окисленных длиннопламенных углей методом биологической трансформации по ТУ-12-10-4201-03-92. В качестве стандартной модельной биологической системы выбраны одноклеточные микроорганизмы *Saccharomyces cerevisiae* – спорообразующий верховые дрожжи семейства сахаромикетов, которые являются аналогом микроорганизмов почвы и широко используются для научных исследований.

Методика эксперимента

Для каждого испытания в раствор сахара (концентрация 1 %) объемом 100 мл дозировались сухие быстродействующие дрожжи массой 0,5 г и конкретный угольный материал в количестве 0,5 г (в пересчете на сухое вещество). Наблюдение за кинетикой процесса проводилось по объему углекислого газа при комнатной температуре в течение 60 минут. Результаты эксперимента представлены на рисунке и в таблице.

Количество выделившегося углекислого газа (мл)

Условия проведения опыта	Угольные материалы		
	Биогум	Окисленный уголь	Неокисленный уголь
0	0	0	0
20	0	0	0
22	1,9	1,9	2,4
24	2,9	3,5	4,3
26	3,9	4,6	5,8
28	5,2	5,7	7,0
30	6,3	6,8	8,0
35	8	8,9	10,3
40	8,6	10,2	12,5
45	8,8	10,4	13,6
50	8,8	10,5	14,0



Кинетика процесса

Проведенные эксперименты доказали, что время выхода биохимической реакции на стационарную фазу может служить оценкой биологической активности используемых угольных материалов. Чем оно меньше, тем биологически активнее препарат. Этот метод может быть также использован в качестве простого и доступного способа оценки степени окисленности угля. Проведенные исследования доказали, что окисленный уголь является активным катализатором биохимической реакции разложения углеводов. Разрушение почвенных углеводов является необходимым условием для повышения плодородия почвы при разложении в ней растительных остатков.

Агрономическая стадия. Для агрономического этапа исследований использован универсальный грунт «Землица» (изгото-

витель С-ТООО С-Текс, Россия, Новосибирск). В качестве травы выбран многолетний злак (сорт «Мятлик луговой»), который высевался в два вида грунта: 1 – стандартный грунт; 2 – стандартный грунт, содержащий окисленный уголь (ОКУ). Проведены наблюдения за прорастанием и скоростью роста посеянной травы. Установлено, что всходы на грунте, смешанном с окисленным углем в объемном соотношении 1:1 (опыт 1), появились на 2 дня раньше, чем на стандартном грунте (опыт 2). Для объяснения этого явления была измерена температура почвы в используемых грунтах, в результате чего установлено, что температура грунта с добавкой окисленного угля на 1,5–2 градуса выше температуры грунта стандартного образца без добавки окисленного угля. Наблюдается эффект «те-

плой грядки» за счет более высокой теплоемкости (в 1,5–2 раза) окисленного угля по сравнению с почвой [6]. Наблюдения за растениями показали, что скорость их роста в опыте 1 была выше, чем скорость роста в опыте 2, что объясняется присутствием ГК в окисленном угле. Установлен дополнительный факт более быстрого подсыхания грунта без окисленного угля, что указывает на высокую влагоудерживающую способность грунта с примесью пористых частиц окисленного угля. На основании проведенного эксперимента установлено, что рост и размножение выбранных биологических организмов подчиняется закону роста статической культуры: лаг-фаза в присутствии угольных материалов в условиях эксперимента протекала в течение 20 мин, переходная лог-фаза у каждого материала протекала поразному, т.е. в течение различного времени с выделением различного количества углекислого газа:

- 1) БГ – 35 мин – 8,5 мл – CO₂;
- 2) ОКУ – 40 мин – 10,2 мл;
- 3) НОКУ – 47 мин – 14 мл.

Выводы

1. Рекультивация земель, нарушенных угледобычей, может проходить с использованием отходов угольной отрасли – окисленных углей.

2. Степень пригодности использования окисленных углей для рекультивации может оцениваться микробиологическим способом при использовании простейших одноклеточных микроорганизмов.

3. Применение окисленных углей для восстановления плодородия почвы позволит более эффективно и за короткий период времени провести биологическую стадию рекультивации.

Список литературы

1. ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85). Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
2. Барон Н.Б., Пономарева А.М., Равдель А.А. Краткий справочник физико-химических величин: справочник. – 10-е изд., испр. и доп. – СПб.: Иван Федоров, 2002. – 238.
3. Возбудская А.Е. Химия почвы. – М.: Высшая школа, 1968. – С.426.
4. Еремина И.А., Лузина М.И. Микробиология продуктов растительного происхождения: учебное пособие. – Кемерово, 2003. – 87 с.
5. Лиштван И.И. Физико-химические свойства гуминовых веществ торфа и перспективы применения материалов на их основе // Теоретические и практические аспекты сорбционных и мембранных процессов: материалы международной конференции. – Кемерово, 2014. – С. 3–6.
6. Тарковская А.И. Окисленный уголь. – Киев: Наукова думка, 1981. – 200 с.

References

1. GOST 17.5.3.04-83 (ST SEV 5302-85). Okhrana prirody. Zemli. Obschie trebovaniya k rekultivatsii zemel.
2. Baron N.B., Ponomareva A.M., Ravdel A.A. Kratkiy spravochnik fiziko-khimicheskikh velichin: spravochnik. 10-e izd., ispr. i dop. SPb.: Ivan Fedorov, 2002. 238.
3. Vozbudskaya A.E. Khimiya pochvy. M.: Vysshaya shkola. 1968. pp.426.
4. Eremina I.A., Luzina M.I. Mikrobiologiya produktov rastitelnogo proishozhdeniya. Uchebnoe posobie. Kemerovo, 2003. 87 p.
5. Lishtvan I.I. Fiziko-khimicheskie svoystva guminovykh veschestv torfa i perspektivy primeneniya materialov na ikh osnove. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sorbtionnykh i membrannykh protsessov». Kemerovo. 2014. pp. 3–6.
6. Tarkovskaya A.I. Okislennyy ugol. Kiev: Naukova dumka, 1981. 200 p.

Рецензенты:

Кучер Н.А., д.т.н., профессор кафедры «Математика», ФГБОУ ВПО КемГУ, г. Кемерово;

Ульрих Е.В., д.т.н., профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых», ФГБОУ ВПО КузГТУ, г. Кемерово.